

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年11月26日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第335641号

出 願 人

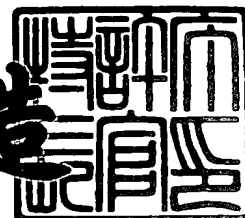
Applicant(s):

イビデン株式会社

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3079178

【書類名】 特許願

【整理番号】 IB990120

【提出日】 平成11年11月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 伊藤 康隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000000158

 【氏名又は名称】 イビデン株式会社

 【代表者】 岩田 義文

【代理人】

 【識別番号】 100095669

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 上野 登

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 042000

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9300718

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミックヒータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック基板中に発熱手段が配設されてなるセラミックヒータにおいて、前記発熱手段の少なくとも一部分が、該発熱手段の他の部分の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位した位置に配設されてなることを特徴とするセラミックヒータ。

【請求項 2】 前記発熱手段は、互いに隣接する部分の位置が前記セラミック基板の厚さ方向に変位してなることを特徴とする請求項 1 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 3】 前記発熱手段は、断面扁平形状であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 4】 前記発熱手段は、互いに隣接する部分の変位量が $1 \sim 100 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のセラミックヒータ。

【請求項 5】 前記発熱手段は、位置の最大変位量が $3 \sim 500 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のセラミックヒータ。

【請求項 6】 前記発熱手段は、らせん状の線状体からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 7】 前記発熱手段は、互いに隣接する部分の変位量が $1 \sim 500 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1、2 又は 6 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 8】 前記発熱手段は、位置の最大変位量が $5 \sim 2000 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1、2、6 又は 7 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 9】 前記セラミック基板に静電電極を配設したことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のセラミックヒータ。

【請求項 10】 前記セラミック基板の表面に、チャックトップ導体層を形成したことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のセラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミックヒータに関し、更に詳しくは、半導体製造及び検査工程において使用されるセラミックヒータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体応用製品は種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、その代表例である半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さにスライスしてシリコンウエハを作製した後、このシリコンウエハ上に種々の回路等を形成することにより製造される。

【0003】

この種々の回路等の製造工程では、シリコンウエハ上に導電性薄膜等を形成する際に高周波スパッタリングや、プラズマエッチングの際にシリコンウエハの加熱がなされる。そしてこのスパッタリングやプラズマエッチングを行うために、セラミック焼結体を用いたセラミックヒータが近年よく用いられるようになってきている。

【0004】

このセラミックヒータの一種として、抵抗発熱体（以下、「発熱体」という。）をセラミック基板内部に備えた発熱体内装型セラミックヒータが周知である。図13は、そのようなセラミックヒータ200のセラミック基板202の側断面構造を示したものであり、断面扁平の発熱体204の長さ方向に対して垂直な面での断面図である。

【0005】

同図に示したように、発熱体内装型セラミックヒータ200は、セラミック基板202の内部に、導電性物質を含んでなる発熱体204が所定のパターン形状によって同一平面P上に形成され、その発熱体204のうちの幾つかの一部分に対して凹部206が設けられ、その凹部206に電源接続用端子（図示せず）が接続され、その電源接続用端子には配線を介して電源（図示せず）が接続されている。

【0006】

このような発熱体 204 を備えたセラミック基板 202 は、セラミック粉末を含むスラリーから形成されるグリーンシートを積層圧着し焼成してセラミック基板を得る方法を利用して作製される。即ち、グリーンシートの表面上に、指定する任意のパターン形状に従って、発熱体を配設したのち、この発熱体を配設したグリーンシートを挟んで上下にそれぞれグリーンシートの複数枚を適宜に重ね合せてこれらを積層圧着し焼成する。

【0007】

このセラミック基板をヒータとし、このヒータが有底状のケーシング（図示せず）の開口部に設置されてヒータが構成される。そして、被加熱物であるシリコンウエハ（図示せず）をヒータの上面側に載置し、この状態で電源接続用端子に通電を行なうことにより、該シリコンウエハを加熱するようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従って、従来のセラミックヒータは、セラミック基板の組織構造的には、内装される発熱体によって、セラミック焼結体組織に不連続部が形成されることになる。然るに、セラミック基板には、ヒータとしての加熱又は放熱の際の膨張又は収縮という熱衝撃が加わる。この熱衝撃の大きさは、セラミック基板の ΔT で表わされるが、セラミック基板に発熱体を埋設すると熱衝撃によってセラミック基板の ΔT が 150°C 程度まで低下してしまうという問題が見られた。

【0009】

そこで、本発明者らはセラミック基板の ΔT の原因について鋭意研究した結果、セラミック基板の ΔT が低下するのは、セラミック基板とは熱膨張率が異なる発熱体が一層に集中して形成されるため、熱衝撃によって応力が発熱体形成層に集中するからであることをつきとめた。

【0010】

ちなみに、セラミックヒータの耐熱衝撃性は、セラミック基板の厚さ方向での各発熱体の位置を一定に揃えたものよりも、各発熱体の位置を変化させたものの方が優れていることが基礎的実験事実として明らかとなっている。そこで本発明者らは、この事実に基づいて、セラミック基板の厚さ方向での各発熱体の位置を

変化させて当該各発熱体を当該セラミック基板に設けるには、セラミックヒータの構成やその製造方法をどのようにしたらよいかを鋭意研究し、本発明を完成するに至った。

【0011】

本発明は、発熱体の内装位置を変化させることにより、耐熱衝撃性に優れたセラミックヒータを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係る請求項1に記載のセラミックヒータは、セラミック基板中に発熱手段が配設されてなるものであって、前記発熱手段の少なくとも一部分が、該発熱手段の他の部分の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位した位置に形成されることを要旨とするものである。

【0013】

上記構成を有するセラミックヒータによれば、セラミック焼結体組織の不連続部となる発熱体形成部分にヒータ加熱又は放熱の際の膨張又は収縮という熱衝撃が加わっても、発熱手段の少なくとも一部分が該発熱手段の他の部分の位置からセラミック基板の厚さ方向に変位した位置に形成されるものであるから、当該不連続部分に熱衝撃を受けても、セラミック基板の ΔT の大きさは低下しない。尚、本発明に係るセラミックヒータは、用途に合わせて150～800℃の温度領域で使用できる。

【0014】

この場合に請求項2に記載のように、前記発熱手段は、互いに隣接する部分の位置を前記セラミック基板の厚さ方向に変位させるとよい。そうすれば、ヒータ加熱又は放熱の際の膨張又は収縮という熱衝撃が生じても、発熱手段の各部分の膨張又は収縮は、互いに異なった平面上で生じ極端な応力集中が発生しない。

【0015】

この場合に請求項3に記載のように、前記発熱手段は、断面扁平形とすることができる。

【0016】

この場合に請求項 4 に記載のように、互いに隣接する部分の変位量は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。この範囲であれば、熱衝撃による影響をセラミック基板の厚さ方向でより細かく分散させ緩和させることができるからである。ここで、「変位量」とは、セラミック基板の断面を研磨し、光学顕微鏡又は電子顕微鏡で発熱手段の断面の対角線の交点を中心点として求め、この中心点間のセラミック基板の厚さ方向の距離で定義したものをいう（図 1 の δt 参照）。

【0017】

この場合に請求項 5 に記載のように、前記位置の最大変位量は、 $3 \sim 500 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。最大変位量が $3 \mu\text{m}$ 未満では変位による効果が不十分な一方で、 $500 \mu\text{m}$ を超えるとセラミックヒータ表面の温度分布の均一化に問題が生じるからである。ここで、「最大変位量」とは、図 2 のように最低点と最高点の厚み方向の距離 δt_{max} で定義され、「互いに隣接する部分（発熱体）」間の変位量は、図 1 や図 10 の (f) にあるように、「互いに隣接する部分（発熱体）」の断面中心点の厚み方向の距離 δt で定義したものをいう。

【0018】

更にまた請求項 1 又は 2 に記載の場合に請求項 6 に記載のように、前記発熱手段は、らせん状の線状体から形成することができる。

【0019】

この場合に請求項 7 に記載のように、前記発熱手段は、互いに隣接するらせん状部分の変位量が $1 \sim 500 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。ここで、らせん形状の場合における「変位量」とは、断面を円又は楕円とみなしてその中心点を求め、この中心点間のセラミック基板の厚さ方向の距離で定義したものをいうが（図 10 (f)）、らせん形状が断面が直径の等しい円又は長径と短径の等しい楕円の連続であるとみなした場合には、らせんの上端又は下端の変位量で定義してもよい。

【0020】

この場合に請求項 8 に記載のように、前記位置の最大変位量は、 $5 \sim 2000 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。最大変位量が $5 \mu\text{m}$ 未満では変位による効果が不十分な一方で、 $2000 \mu\text{m}$ を超えるとセラミックヒータ表面の温度分布の均一化

に問題が生じるからである。最大変位量の定義は、上述と同様である。

【0021】

この場合に請求項9に記載のように、前記セラミック基板には、静電電極を配設することができる。これにより、本発明に係るセラミックヒータは、静電チャックと兼用することができる。また更に請求項10に記載のように、前記セラミック基板の表面には、チャックトップ導体層を形成することもできる。これにより、本発明に係るセラミックヒータは、ウエハプロバと兼用することができる。

【0022】

ここで、本発明に係るセラミックヒータの主要部をなすセラミック基板は、窒化アルミニウム焼結体基板を用いて作製するとよい。もっとも、セラミック基板の材質は、窒化アルミニウムに限定されるものではなく、例えば、炭化物セラミック、酸化物セラミック及び窒化物セラミック（窒化アルミニウムを除く。）その他のセラミック材料を挙げることができる。

【0023】

炭化物セラミックの例としては、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等を挙げることができる。酸化物セラミックの例としては、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト等を挙げることができる。窒化物セラミックの例としては、上述した窒化アルミニウムのほか、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等を挙げることができる。

【0024】

これらのセラミック材料のうち、一般的には窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が、熱伝導率が高いので、酸化物セラミックよりも好ましい。尚、これらの焼結体基板は、単独の材質によるものでも、2種以上の材質によるものでもよい。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。

図1～図3は、本発明に係るセラミックヒータ10のセラミック基板12の断

面構造を示したものであり、有幅帯状の発熱体 1 4, 1 6, 1 8, 2 0 の長さ方向に垂直な面でセラミック基板 1 2 を厚さ t 方向に切断した側断面図である。図 4 は、発熱体 1 4, 1 6, 1 8, 2 0 の上面を含む水平面（図 1 の P 1 a P 1 a'、図 2 の P 2 b P 2 b'、図 3 の P 3 b P 3 b' 等）での平断面図により、発熱体 1 4, 1 6, 1 8, 2 0 の平面的な配線パターンを模式的に示したものである。

【 0 0 2 6 】

尚、図 1 及び図 2 の側断面視ではそれぞれ 8 箇所に発熱体 1 4, 1 6 の断面が現れるように、図 3 の側断面視では 1 6 箇所に発熱体 1 8 及び 2 0 の断面が現れるように構成されているが、かかる構成は説明上の一例である。従って、配設箇所数は任意である。更に尚、図 4 に示したように発熱体 1 4, 1 6, 1 8, 2 0 を総称する場合には、以下「発熱体 H」とする。また、同図において、符号 2 2 は発熱体 H の端子部、符号 2 4 は半導体ウエハを支持する際の支持ピンの挿通孔を示す。挿通孔 2 4 に近接した発熱体 H は、挿通孔 2 4 を迂回して配設される。

【 0 0 2 7 】

以下、図 1 ～図 3 に示した各実施の形態について順に詳細に説明する。

まず、図 1 に示した発熱体 1 4 は、互いに隣接する部分の位置に配設される発熱体 1 4 a 及び発熱体 1 4 b を総称したものであり、各発熱体 1 4 は、セラミック基板 1 2 内部の平面 P 1 a 及び P 1 b 上に平面的配置が同心円状（図 4 参照）になるように配設されている。2 つの平面 P 1 a 及び P 1 b の位置は、互いに厚さ t 方向に変位量 δt だけ変位させている。即ち、セラミックヒータ 1 0 は、セラミック基板 1 2 の厚さ t 方向において、互いに隣接する発熱体 H の変位量 δt が $1 \sim 100 \mu\text{m}$ となるように構成され、発熱体 H は、その厚さが $5 \sim 50 \mu\text{m}$ となるように構成される。この構成により、セラミック基板 1 2 の加熱又は放熱の際、発熱体 H の膨張又は収縮は、互いに変位量 δt だけずれた平面 P 1 a 及び P 1 b 上で生じる。

【 0 0 2 8 】

次に、図 2 に示した発熱体 1 6 は、互いに階段状に配設される発熱体 1 6 a, 1 6 b, 1 6 c, 1 6 d を総称したものであり、各発熱体 1 6 は、セラミック基

板 1 2 内部の平面 P 2 a, P 2 b, P 2 c, P 2 d 上に平面的配置が同心円状 (図 4 参照) になるように配設されている。4 つの平面 P 2 a, P 2 b, P 2 c, P 2 d の位置は、互いに厚さ t 方向に変位量 δt だけ変位させるとともに、2 つの平面 P 2 a 及び P 2 d の位置は、互いに厚さ t 方向に最大変位量 δt_{\max} だけ変位させている。即ち、セラミックヒータ 1 0 は、セラミック基板 1 2 の厚さ t 方向において、発熱体 H の最大変位量 δt_{\max} が $3 \sim 500 \mu\text{m}$ 、互いに隣接する発熱体 H との変位量 δt が $1 \sim 100 \mu\text{m}$ となるように構成される。発熱体 H は、その厚さが $5 \sim 50 \mu\text{m}$ となるように構成される。

【 0 0 2 9 】

この構成により、セラミック基板 1 2 の加熱又は放熱の際、発熱体 H の膨張又は収縮は、互いに変位量 δt だけずれ且つ最も離れた平面の最大変位量が δt_{\max} である平面 P 2 a, P 2 b, P 2 c, P 2 d 上で生じる。

【 0 0 3 0 】

また、発熱体 1 6 を図 2 に示した配置とすれば、セラミック基板 1 2 全体への熱伝導を中心寄りの発熱体 1 6 c 及び 1 6 d と、周辺寄りの発熱体 1 6 a 及び 1 6 b とで、加熱面からの距離を異ならせる、即ち同図のように周辺寄りの発熱体ほど加熱面に近くすることができる。従って、周辺寄り部位の温度低下を防止することができる。また、逆に各発熱体 1 6 を上に凸になるように配置した場合 (図 8 参照) には、内周部ほど加熱面に近くすることができるため、内周部の発熱体直下に電極を接続させても当該内周部の温度低下を防止することができる。

【 0 0 3 1 】

次に、図 3 に示した発熱体 1 8 は、互いに隣接する部分の位置に配設される発熱体 1 8 a 及び 1 8 b を、発熱体 2 0 は、互いに隣接する部分の位置に配設される発熱体 2 0 a 及び 2 0 b を総称したものであり、これら発熱体 1 8 及び 2 0 は、それぞれいわば「発熱体の群」を構成している。即ち、図 3 に示したセラミックヒータ 1 0 は、「発熱体の群」が 2 群配設されたものである。かかる構成においても、各発熱体 1 8 及び 2 0 は、セラミック基板 1 2 内部の平面 P 3 a, P 3 b, P 3 c, P 3 d 上に平面的配置が同心円状 (図 4 参照) になるように配設されている。2 組の平面 P 3 a 及び P 3 b, 平面 P 3 c 及び P 3 d の位置は、互い

に厚さ t 方向に変位量 δt だけ変位させるとともに、2つの平面 $P 3 a$ 及び $P 3 d$ の位置は、互いに厚さ t 方向に最大変位量 δt_{max} だけ変位させている。即ち、セラミックヒータ 10 は、セラミック基板 12 の厚さ t 方向において、発熱体 H の最大変位量 δt_{max} が $3 \sim 500 \mu m$ 、互いに隣接する発熱体 H との変位量 δt が $1 \sim 100 \mu m$ となるように構成される。発熱体 H は、その厚さが $5 \sim 50 \mu m$ となるように構成される。尚、「発熱体の群」は、2群に限定されるものではなく、更に多くの複数列を配設してもよい。

【0032】

以上説明したように、図1～図3に示した構成によれば、発熱体 14, 16, 18, 20 は、セラミック基板 12 の厚さ t 方向に関して、発熱体 H の少なくとも一部分の位置が、他の部分の位置から変位した配置をとることになる。この構成により、セラミック基板 12 の加熱又は放熱の際、発熱体 H の膨張又は収縮は、互いに変位量 δt だけずれた平面上、又は、互いに変位量 δt だけずれ且つ最も離れた平面の最大変位量が δt_{max} である平面上で生じる。従って、セラミックヒータ 10 は、熱衝撃による影響をセラミック基板 12 の厚さ t 方向で分散させ緩和させることができるとともに、セラミック基板 12 全体の均熱性を維持することができる。

【0033】

尚、セラミックヒータ 10 の構成は、上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば、セラミックヒータ 10 は、発熱体 H の長さ方向に沿って当該発熱体 H の一部分がずれた水平面上に位置するように構成してもよい（図7参照）。

【0034】

次に、本発明に係るセラミックヒータを製造する方法について説明する。

図5は、発熱体 $H a$, $H b$ が互いにずれた位置となるセラミックヒータを製造する工程を示したものである。尚、同図に示したものは焼成前の状態である。

まず、図5(a)に示したように、グリーンシート成形法の通常の工程を利用して、発熱体 $H b$ の真下位置の下層のグリーンシート 26 c 上の位置、又は、発熱体 $H a$ の真上位置に、発熱体 $H a$ を覆い得るような大きさの領域に、窒化アル

ミニウム粉末を含むペースト（以下、単に「ペースト」ということがある）を塗布及び乾燥してなるペースト層 2 8 b 及び 2 8 a を配設する。

【0 0 3 5】

次に、図 5（b）に示したように、このグリーンシート 2 6 a ~ 2 6 c の上層側にセラミック基板を構成する所要の複数枚のグリーンシート 2 6 x、2 6 x+1、…（図示は 2 枚のみ）を重ね合わせ、同様に、下層側に複数枚のグリーンシート 2 6 y、2 6 y+1、…（図示は 2 枚のみ）を重ね合せて積層圧着させる。そうすると、発熱体 H a、H b がその位置がずれて配設されたグリーンシート積層体 3 0 が得られる。

【0 0 3 6】

尚、このようにペーストによって形成する層を製法に由来してペースト層と記載しているが、塗布後、乾燥した状態ではペースト状ではなく、膜状である。また、図 5（b）において、ペースト層 2 8 a 及び 2 8 b は、その層厚による段差が吸収されてグリーンシート積層体 3 0 の層状構造のうちに一体化されていることを示す意味で破線で示した。ペーストについては再度後述する。

【0 0 3 7】

尚、発熱体の真上位置又は真下位置にペースト層を設けると、ペースト層を直接発熱体に接して設けてもよく、他のグリーンシートを 1 枚又は複数枚適宜介在させてもよい。ただし、発熱体の真下位置にペースト層を設けるときは、グリーンシート表面上にまずペースト層を設けるので、発熱体とペースト層との、設ける順が逆となる。即ち、図 5（a）で例示すれば、発熱体 H b とグリーンシート 2 6 b との間にペースト層 2 8 b が入る構成となる。

【0 0 3 8】

以下、隣接する発熱体が互いにずれた配置をとるセラミック基板 1 2 の一例の製造方法をグリーンシート成形法の工程順に説明する。特に、従来のシート成形法と異なる点については詳細に説明する。特に説明しない点は、従来と同様である。

【0 0 3 9】

一般に、グリーンシートを製造するには、まず、窒化アルミニウム原料粉末に

バインダ及び溶媒等や焼結助剤等が所定の配合組成に従って、それぞれ所定量添加され、これらの混合物をボールミル等に投入して所定時間混合混練することによってスラリーが調製される。窒化アルミニウム原料粉末や焼結助剤は、周知のものを利用することができる。

【0040】

グリーンシート用のバインダとしては、アクリル樹脂系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールのうちから選ばれる少なくとも1種が好ましい。そして、溶媒としては、 α -テルピオーネ、グリコールのうちから選ばれる少なくとも1種が好ましい。本発明においては、バインダとして、アクリル系樹脂を用いる。アクリル系樹脂は、一般に、溶剤等に対する可溶性を有し、シート強度や柔軟性が得やすく、寸法精度が優れていること等の成形性が良好であり、かつ熱分解性に優れているからである。従って、セラミック材料の成形等にしばしば用いられるようになってきている。

【0041】

一方、成形用下地フィルムは、ポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate、PET) 等を基材としてグリーンシートの定厚成形を保証すべく平面性、平滑性と離型性とを備えるよう適切に表面処理されている。

【0042】

前記スラリーは、例えば、ドクターブレード法等のシート成形法の定法に従って所定形状のグリーンシートに成形される。このスラリーは、後述するように、前記ペースト層を形成する際の塗布用ペーストとしても用いる。尚、薄層シートを作製する方法はドクターブレード法に限定されず、圧延工程を伴う成形法であってもよい。ドクターブレード法によってグリーンシートを成形するには、ドクターブレード装置や、成形用下地フィルム、乾燥炉等を備えてなるドクターブレード成形機等が用いられる。

【0043】

前記スラリーは、ドクターブレード装置と下地フィルムとの間隙から下地フィルムの移送に伴って薄層状に引き出される。このとき、前記間隙によってスラリーの厚さが制御されて定量的にスラリーが下地フィルム上に引出され、下地フィ

ルムとともに乾燥炉に送られる。グリーンシートの厚さは0.1～5 mm程度が好ましい。そして、乾燥炉中で、スラリー中に含有される揮発溶剤成分等が乾燥蒸発されてシートが薄層樹脂状となって、グリーンシートが得られる。

【0044】

このとき、後述するように、ペースト層を介挿した状態でグリーンシート積層体として一体化することを行いやすくし、グリーンシート積層体が焼成後にペースト層周辺等で剥離等の欠陥を生じなくする観点から、グリーンシートの厚さは0.2～0.7 mm、密度は、 $1.7 \sim 2.3 \text{ g/cm}^3$ が好適であり、適度の熱的柔軟性（易変形性）を備えていることが望ましい。

【0045】

そのグリーンシートの所望の位置に発熱体を形成する。発熱体は、上面視円形又は矩形等の形状を有し、グリーンシート積層体の焼成後に発熱体を構成し、通電によりジュール発熱し得る導電材料を含有する粘液状の発熱体ペーストを用いてスクリーン印刷法等の定法に従って、グリーンシート表面に指定する任意の各領域に形成される。かかる任意の各領域に対しては、通常、これらをパターン化したマスクを備えたメタルマスクを用いる。

【0046】

これらの発熱体ペーストに含有される導電材料としては、タングステン又はモリブデンの炭化物が酸化しにくく熱伝導率が低下しにくいので好適である。また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケル等の何れか、又は、2種以上を併用して用いることができる。これらの導電性セラミック粒子や金属粒子の平均粒子径は0.5～3.0 μm である。

【0047】

このような発熱体ペーストとして、導電材料85～97重量部、アクリル系樹脂、エチルセルロース、ブチルセロソルブ及びポリビニラールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10 s重量部、 α -テルピオーネ、グリコール、エチルアルコール及びブタノールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部混合して均一に混練して調製した発熱体ペーストが好適である。

【0048】

また、発熱体は、前記発熱体ペーストが、グリーンシート積層体を構成して一体的に焼成できるので好適であるが、グリーンシート上に形成でき、セラミック基板中に適用できる材質及び形状であれば、他の材料を使用してもよい。

【0049】

次に、ペースト層の配設工程及び積層圧着工程について説明する。図6は、グリーンシートを積層する際の主要な層だけを上層側から(a)～(c)の順に示した平面図である。図6(a)は、ペースト層のみを、その配置パターンに従って示しており、このパターンのペースト層28aが図6(b)の発熱体Ha上に配設されることを表わす。

【0050】

尚、発熱体Ha及びHbは、図6(b)では同一平面(紙面)上に描かれているが、積層圧着されたのち、発熱体Haは下層側にずれ、発熱体Hbは上層側にずれることになるので、符号を区別して示している。

【0051】

ペースト層の配設工程において、まず、図6(b)に示すパターンに従って、グリーンシート26b表面上に発熱体Ha及びHbを配設する。次に、図6(a)のパターンに従って、窒化アルミニウム粉末を含むペーストを塗布及び乾燥してなるペースト層28aを発熱体Ha(図6(b))上に配設し、更に、グリーンシート26cに図6(c)のパターンに従ってペースト層28bを配設する。ペースト層は、発熱体を覆う面積広がりをも有することが好ましい。

【0052】

即ち、発熱体Haを配設した位置(図6(b))に対して、グリーンシートを積層圧着した際に真上位置にくる他のグリーンシート上の領域(図6(a)の28a)、又は、真下位置にくる他のグリーンシート上の領域(図6(c)の28b)に窒化アルミニウム粉末を含むペーストを塗布及び乾燥してペースト層を形成する。ペースト層の塗布の際、塗布及び乾燥を繰返して(いわゆる重ね塗り)厚さを調整し、ずれ量 δt を変えることもできる。

【0053】

窒化アルミニウム粉末を含むペーストは、グリーンシートを構成する材料と同

一材料を含み、印刷等により塗布し、乾燥することによって窒化アルミニウムの層を特定の領域のみを選択的に形成することができるように、有機バインダ、溶剤を配合して調製したものである。このペーストは、前記スラリーを真空脱泡や加熱により増粘して粘度 $50000 \sim 200000 \text{ cps}$ ($50 \sim 200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$) として調製することもできる。なお、焼結助剤を添加してもよく、酸化リチウム、酸化カルシウム、酸化ルビジウム、酸化イットリウム、アルミナなどを加えることができる。

【0054】

次に、積層圧着工程について説明する。図6(b)に示す発熱体H a 及びH b を配設するグリーンシート26 b を挟むようにして、上層側から下層側へ順に、①何も形成しないグリーンシート(図示せず)を所望の複数枚と、②発熱体H a の直上に(a)のパターンに従ったペースト層28 a を配設した(b)のグリーンシート26 b と、③下層側に(c)のグリーンシート61 c と、そして、④何も形成しないグリーンシート(図示せず)の所望の複数枚と、を重ね合わせる。

【0055】

こののち、図6(a)～(c)の各パターンを、前述したように重ねるようにして、即ち、ペースト層を複数枚のグリーンシート中に介挿した状態で全体を積層し厚さ方向に圧着する。

【0056】

図2や図3に示したパターンに従ってペースト層を配設してグリーンシート積層体を作製する場合についても、以上の説明の場合と同様に行なう。即ち、図2に示したパターンに従う場合には、ペースト層の厚さを順番に変えていく、若しくは発熱体及びペースト層を配設するグリーンシートを変えていくことによってグリーンシート積層体を作製すればよい。また、図3に示したパターンに従う場合には、上述したグリーンシート26 a ～26 c を一群としてこれを複数群所定の間隔で複数積層してグリーンシート積層体を作製すればよい。

【0057】

次に、発熱体の長さ方向に沿って当該発熱体の一部分がずれた平面上に位置する構成の場合について図7を参照して説明する。まず、発熱体Hを設けたグリー

ンシート 3 2 b に対して、上層側にパターン 3 4 k によって、ペースト層 3 4 k を発熱体 H 上に配設し、下層側に、グリーンシート 3 2 c 上にペースト層 3 4 h を配設し、図 5 (b) に示した場合と同様に他のグリーンシートを加えて積層圧着し、図 7 (d) に示すグリーンシート積層体 3 2 を作製する。尚、パターン 3 4 k や発熱体 H のパターンは、同心円状が好ましい。

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、互いに隣接する発熱体同士が、変位して位置する構成を作製する場合と、発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分が変位して位置する構成を作製する場合の何れにしても、ペースト層を配設する段階が付加される点が従来と異なる。ペーストはグリーンシートのセラミック粉末と同一材料であり、ペースト層の塗布及び乾燥は、マスクを準備する必要があるが、周知の手法であることから、ペースト層の配設工程は、従来の工程を大きく変更することなく容易に実施できる。

【 0 0 5 9 】

また、ペースト層の配設に際し、セラミック基板の厚さ方向に関して発熱体の位置を選択的にずらすので、ペースト層の配設は、定量的に設定することができる。また、いわゆる重ね塗りにより、位置ずれの量を大きくすることもできる。更に、塗布及び乾燥は、確立された形成技術であるため再現性よく発熱体の位置ずれを得ることができる。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態においては、積層圧着方法は、セラミック基板の厚さ方向の発熱体位置をずらせるようにペースト層を配設すると同時に、ペースト層によって生じる段差をグリーンシートが吸収してグリーンシート積層体になじませるため、熱圧着であることが好ましい。

【 0 0 6 1 】

そこで、熱圧着の条件としては、温度 130°C 及び圧力 80 kgf/cm^2 がペースト層をグリーンシート積層体になじませるため好適である。また、グリーンシート積層体は、所望形状に切断されたりして焼成前の生成形体としての最終的な形状に整えられる。

【0062】

以上のような製造方法により、前記ペースト層を介挿した状態でグリーンシートを積層圧着するので、厚さ方向での発熱体の位置を、ペースト層の厚さ分ずつ選択的に互いにずらした状態を容易に作製できる。上記実施の形態によれば、従来の製造工程を殆ど変更することなく低コストで厚さ方向での発熱体の位置のずれ量を可変に設定して再現性よくセラミック基板を作製できる。

【0063】

従って、以上に説明したペースト層の配設工程及び積層圧着工程によれば、セラミック基板の厚さ方向に関して、発熱体又は複数の発熱体の少なくとも一部分を、その他の部分の位置する水平面からずれた水平面に位置させる際の位置を容易に定量的にずらすことができる。

【0064】

こののち、このようにして得られた生成形体は、ルツボ又はセッター等に装入され300～500℃の温度下でバインダー等が所定温度及び所定時間で脱脂分解され、そののち、約1800℃にて所定時間焼成される。以上のような工程を経て、発熱体を備えた所望のセラミック基板が作製される。

【0065】

更にこののち、電源接続用端子を接続し、ケーシングと接合してセラミックヒータを完成する。

尚、本実施形態においては本発明を電源接続用端子を有するヒータに適用した例によって説明しているが、例えば、セラミック基板表面にチャックトップ導体層を、また、セラミック基板内部にグランド電極、ガード電極を形成し、発熱体付きウエハプローバとしてもよい。また、セラミック基板内部に静電電極を埋設して発熱体付き静電チャックとしてもよい。このように、内装型発熱体を配設した構造と同様の形態の応用製品であれば、本発明は、同様に適用され得る。

【0066】

次に、他の実施形態について説明する。この実施形態では、上述したグリーンシート積層する点では同一であるが、図8に示したように、成型型36として凸又は凹面を持つものを使用する。しかも、上下にグリーンシート38の枚数を5

～50枚程度増やして加圧加熱して焼結させ（図8（a），（b））、反ったセラミック基板40を製造し、上下面を研削によって平坦化するのである（図8（c））。凸面又は凹面のそり量は、最大変位量 δt_{max} を確保するために、 $3\mu m$ ～ $500\mu m$ であることが望ましい。研削量は、 $5\mu m$ ～ $1000\mu m$ であることが望ましい。平坦度を確保するためである。

【0067】

図8では、発熱体Hにスルーホール42を設け、このスルーホール42にコパール製、ステンレス製の端子44を接続させている（図8（d））。端子44からは熱伝導で熱が放散してしてしまうため、中央部分の温度が低下しやすいが、図8の構成では、中央部分の発熱体Hが加熱面に近い位置にあるため、温度低下しにくいという効果をも有する。

【0068】

次に、他の実施形態について図9を参照して説明する。図9（a）及び（b）は、発熱体Hを配設した状態を示した平面図及び側断面図、図9（c）～（e）は、発熱体Hを配設する工程を示した工程図である。これらの図に示したように、最初に生成形体46を製造し、この生成形体46の表面に溝48を設けておく（図9（c））。この溝48は、ドリルのザグリ加工によって形成してもよく、グリーンシートに予め溝を形成しておいてもよい。溝の幅、深さは、発熱体H（らせん状）の幅と厚みに整合させる。具体的には、コイルの幅は、 $1\sim 10\text{ mm}$ 、厚みは、 $0.1\sim 2\text{ mm}$ であるため、このコイルを嵌め込めるようにする。なおコイルの断面のアスペクト比（幅／厚み）は、 $1\sim 10$ であることが望ましい。ウエハ加熱面を均一の温度分布にできるからである。発熱体の形成位置は、隣接する溝の深さを予め変えておくことにより変位させることができる。

【0069】

次に溝46に発熱体Hをはめ込み（図9（d））、セラミック粉を発熱体を被覆するように投入し、 $1600\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 、 $100\sim 500\text{ kgf/cm}^2$ で加熱、加圧して焼結させる（図9（e））。

【0070】

【実施例】

以下、本発明の実施例を説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではなく、例示にすぎない。

【0071】

(実施例 1)

(1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製：平均粒径 $1.1 \mu\text{m}$ ）100重量部、イットリア（平均粒径 $0.4 \mu\text{m}$ ）4重量部、アクリル系バインダ 11.5重量部、分散剤 0.5重量部、及び、1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール混合物 53重量部を混合したセラミックペースト組成物（粘度 $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ）を用いてドクターブレード法によってPET等からなる下地シート上にシート成形を行って厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得た。グリーンシートには、所定箇所にスルーホール用の穴をパンチングで形成した。

【0072】

(2) 平均粒子径 $1 \mu\text{m}$ のタングステンカーバイド粒子 100重量部、アクリル系バインダ 3.0重量部、 α -テルピオーネ溶媒を 3.5重量、分散剤 0.3重量部を混合して導電性ペーストAとした。

また、平均粒子径 $3 \mu\text{m}$ のタングステン粒子 100重量部、アクリル系バインダ 1.9重量部、 α -テルピオーネ溶媒を 3.7重量、分散剤 0.2重量部を混合して導電性ペーストBとした。

【0073】

(3) スクリーン印刷法で、導電性ペーストAを発熱体パターンとして印刷し、スルーホール用の穴に導電性ペーストBを充填した。

更に、発熱体パターンの上に一つおきに(1)のセラミックペースト組成物を厚さ 100、250、1200 μm で印刷した。

【0074】

(4) このグリーンシートを 80°C で5時間乾燥させた後、発熱体パターン及びペースト層が形成された厚さ 0.5 mm のグリーンシートを20枚重ね合せし、 80 kg/cm^2 の圧力、 130°C の温度で積層圧着して一体化してグリーンシート積層体を作製した。

【0075】

実施例（本発明品）の作製にあたり、発熱体及びペースト層の配置パターンは、図 1 に示した配置パターン、又は、図 2 に示した配置パターンに従った。発熱体が同一平面上のもの（従来品）を比較例とした。

【0076】

(5) こののち、このグリーンシート積層体を窒素ガス中で約 600℃で 5 時間程度脱脂し、約 1890℃且つ圧力 150 kg/cm² で 3 時間ホットプレスし、厚さ 4.2 mm の窒化アルミニウムの板状のセラミック基板を得た。この得られたセラミック基板を直径 210 mm の円板状に切り出し、コパール製の電源接続用端子を接続し、ケーシングと接合した。

【0077】

(実施例 2)

(1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製：平均粒径 1.1 μm）100 重量部、イットリア（平均粒径 0.4 μm）4 重量部、アクリル系バイнда 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部、及び、1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール混合物 53 重量部を混合した組成物（粘度 100 Pa·s）を用いてドクターブレード法によって PET 等からなる下地シート上にシート成形を行って厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得た。グリーンシートには、所定箇所にスルーホール用の穴をパンチングで形成した。

【0078】

(2) 平均粒子径 1 μm のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 3.0 重量部、α-テルピオーネ溶媒を 3.5 重量、分散剤 0.3 重量部を混合して導電性ペースト A とした。

また、平均粒子径 3 μm のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 1.9 重量部、α-テルピオーネ溶媒を 3.7 重量、分散剤 0.2 重量部を混合して導電性ペースト B とした。

【0079】

(3) スクリーン印刷法で、導電性ペースト A を発熱体パターンとして印刷し、スルーホール用の穴に導電性ペースト B を充填した。

【0080】

(4) 発熱体パターン、導電ペーストを印刷したグリーンシートと印刷していないグリーンシート 30 枚を、図 8 のような高低 $500\ \mu\text{m}$ の凸面を持つ治具 37 にはめ込み、このグリーンシート積層体を窒素ガス中で約 600°C で 5 時間程度脱脂し、約 1890°C 且つ圧力 $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ で 3 時間ホットプレスし、厚さ $6.0\ \text{mm}$ の窒化アルミニウムの板状のセラミック基板を得た。この得られたセラミック基板を、両面 $1\ \text{mm}$ ずつ研削して表面を平坦度 $3\ \mu\text{m}$ まで平坦化し、更に直径 $210\ \text{mm}$ の円板状に切り出し、更に、ウエハ加熱面の反対側の中央部分を研磨して深さ $1\ \text{mm}$ の凹所を設け、この凹所から露出するスルーホールに電源接続用端子を接続し、ケーシングと接合した。

【0081】

(実施例 3)

(1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製: 平均粒径 $1.1\ \mu\text{m}$) 100 重量部、イットリア (平均粒径 $0.4\ \mu\text{m}$) 4 重量部、アクリル系バインダ 11.5 重量部を成形型に入れて、圧力 $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧して厚さ $7\ \text{mm}$ の生成形体を得た。

【0082】

(2) 次いで、この生成形体の表面を直径 $2.5\ \text{mm}$ のドリルで渦巻き状にザグリ加工した。深さは、1 周おきに、 $0.5\ \text{mm}$ 、 $1.7\ \text{mm}$ としたもの、1 周おきに $0.5\ \text{mm}$ 、 $0.75\ \text{mm}$ として加工し、断面が千鳥になるようにした。

【0083】

(3) 更に、タングステン線をらせん状にし、断面の長径 $2.5\ \text{mm}$ 、短径 $0.5\ \text{mm}$ の発熱体を溝にそって配置し、その上から窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製: 平均粒径 $1.1\ \mu\text{m}$) 100 重量部、イットリア (平均粒径 $0.4\ \mu\text{m}$) 4 重量部、アクリル系バインダ 11.5 重量部の混合粉末を投入し、圧力 $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧し、厚さ $15\ \text{mm}$ の生成形体とした。

(4) 次いで、窒素ガス中で約 600°C で 5 時間程度脱脂し、約 1890°C 且つ圧力 $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ で 3 時間ホットプレスし、厚さ $6.0\ \text{mm}$ の窒化アルミニウムの板状のセラミック基板を得た。

【0084】

(比較例 1)

セラミックペーストを印刷しない他は、実施例 1 と同様の構成とし、これを比較例 1 とした。

【0085】

(比較例 2)

セラミックペーストを $1500\mu\text{m}$ の一定の厚さで印刷した他は、実施例 1 と同様の構成とし、これを比較例 2 とした。

【0086】

(比較例 3)

ザグリ加工の深さを 0.5mm で統一した他は、実施例 3 と同様の構成とし、これを比較例 3 とした。

【0087】

(比較例 4)

ザグリ加工の深さを 1 周おきに、 0.5mm 、 6.0mm とした他は、実施例 3 と同様の構成とし、これを比較例 4 とした。

【0088】

(実施例 4)

実施例 4 として発熱体及び静電チャック用静電電極を内部に有するセラミックヒータを製造したのでこれについて説明する。

(1) 実施例 3 のセラミック基板に、実施例 2 の導電ペースト A を用い、図 10 に示す櫛歯電極 52 を印刷した。

(2) 次に、実施例 2 のグリーンシートを積層し、窒素ガス中で約 1890°C 且つ圧力 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ で 3 時間ホットプレスし、誘電体膜の厚さ $300\mu\text{m}$ の静電チャックを形成した。これにより、実施例 4 に係るセラミックヒータ 54 は、静電チャックとして使用することができる。

【0089】

(実施例 5)

実施例 5 として発熱体及びウエハプロローバ用電極を内部、表面に有するセラミックヒータを製造したのでこれについて説明する。

(1) 実施例 3 のセラミック基板に、実施例 2 の導電ペースト B を用い、グランド電極を印刷した。

(2) 実施例 2 のグリーンシートに導電ペースト B を用い、ガード電極を印刷した。

【0090】

(3) 図 1 1 (a) に示すようにグリーンシート 5 6 及びセラミック基板 5 8 を積層し、窒素ガス中で約 1 8 9 0 °C 且つ圧力 1 5 0 k g / c m ² で 3 時間ホットプレスし、内部にガード電極 6 0、グランド電極 6 2 を持つセラミック基板 5 8 とした。

(4) 次いで、ドリルで孔を開けて貫通孔 6 4 を設けた。(図 1 1 (b))

【0091】

(5) 次に平均粒子径 3 . 0 μ m のタングステン粉を 1 9 0 0 °C で焼結させた多孔質金属板を銀ろうペーストを介して (4) のセラミック基板に載置し、9 7 0 °C に加熱して接着した (図 1 1 (c))。

【0092】

(6) セラミック基板 5 8 の側面に孔を開けて、8 0 % S n - 2 0 % P b の半田ペーストを用いて、3 0 0 °C に加熱して端子ピン 6 6 を接着し、ウエハブローバ 6 8 とした。

【0093】

(評価方法)

実施例 1 ~ 3 の試料及び比較例の試料について、位置ずれ量を断面を光学顕微鏡 (S O K I A 製 S I - 7 0 5 5 M B) によって測定し、熱衝撃試験を行い、その結果を表 1 にまとめた。ここで、Δ T は、「耐熱衝撃性」を示すものであるが、耐熱衝撃性は、Δ T が大きいほど高い。この Δ T は、次のように測定した。まず、3 m m × 4 m m × 4 0 m m の供試体を発熱体を含むように切出し、この供試体を一定温度 (4 0 0 °C) に加熱し、これを水中に投下して熱衝撃を与え、熱衝撃試験後に、島津製のオートグラフを用いて曲強度試験を実施し、急速な強度低下が見られた温度を Δ T とした。更に試験結果の一例を図 1 2 に示す。

【0094】

また、発熱させた場合にウエハ加熱面の温度差をサーモビュア（日本データム株式会社製 IR162012-0012）により測定した。その結果も表1にまとめて示す。

【0095】

【表1】

	配置	ペースト層厚 (μm)	最大変位量	隣接発熱体の 変位量	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
実施例1	千鳥	100	$40\mu\text{m}$	$40\mu\text{m}$	190	10
		250	$100\mu\text{m}$	$100\mu\text{m}$	200	8
		1200	$480\mu\text{m}$	$480\mu\text{m}$	190	10
実施例2	上凸		$498\mu\text{m}$	$50\mu\text{m}$	200	8
実施例3	千鳥		$500\mu\text{m}$	$500\mu\text{m}$	190	9
	千鳥		$100\mu\text{m}$	$100\mu\text{m}$	190	8
比較例1			$0\mu\text{m}$	$0\mu\text{m}$	150	9
比較例2			$600\mu\text{m}$	$600\mu\text{m}$	160	20
比較例3			$0\mu\text{m}$	$0\mu\text{m}$	150	10
比較例4			$2200\mu\text{m}$	$2200\mu\text{m}$	160	20

【0096】

まず、耐熱衝撃性について実施例と比較例とを較べると、実施例の耐熱衝撃性は、 $\Delta T=190\sim 200(^{\circ}\text{C})$ と高い値を示したのに対し、比較例の耐熱衝撃性は、 $\Delta T=150\sim 160(^{\circ}\text{C})$ と低い値を示した。従って、発熱体の少なくとも一部分を他の部分の位置からセラミック基板の厚さ方向に変位した位置に配設することで耐熱衝撃性が改善されることが判明した。特に、実施例1（ペースト層の厚さを $250\mu\text{m}$ としたもの）及び実施例2の試料は、耐熱衝撃性 $\Delta T=200^{\circ}\text{C}$ という優れた値を示した。

【0097】

次に、セラミック基板の温度の均一性について実施例と比較例とを較べると、実施例は、温度差が $8 \sim 10^{\circ}\text{C}$ と低めの範囲に収まったのに対し、比較例は、 $10 \sim 20^{\circ}\text{C}$ とやや広がった範囲となっている。従って、発熱体の少なくとも一部分を他の部分の位置からセラミック基板の厚さ方向に変位した位置に配設することは、セラミック基板の温度の均一化に効果的であることが判明した。

【0098】

次に、実施例4に係るセラミックヒータについて、静電チャックとして使用できるか否かについて試験を行った。その結果、実施例4については、 300°C まで30秒で昇温しても、クラック等は発生しなかった。また、 1 kV の印加で $1\text{ kgf}/\text{cm}^2$ ($9.8 \times 10^4\text{ Pa}$) の吸着力が確認された。従って、実施例4に係るセラミックヒータは、静電チャックとしての使用に耐えるものであることが判明した。

【0099】

更に、実施例5に係るセラミックヒータについて、ウエハプローバとして使用できるか否かについて試験を行った。その結果、実施例5については、 200°C まで20秒で昇温しても、クラック等は発生しなかった。また、 200°C においてウエハの導通試験を行っても誤動作等は見られなかった。従って、実施例5に係るセラミックヒータは、ウエハプローバとしての使用に耐えるものであることが判明した。

【0100】

以上本発明の実施形態について説明したが本発明は上記実施形態に何ら限定されるものではなく種々の改変が可能である。例えば、以上説明した実施形態によれば、セラミックヒータは、互いに隣接する発熱体同士がずれた水平面上に位置する構成、若しくは発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分がずれた水平面上に位置する構成のいずれかをとるものであったが、これらの構成を適宜組合せても本発明の趣旨を何ら逸脱するものではない。要するに、セラミック基板内部に配設される一又は複数の発熱体の配設位置が当該セラミック基板の高さ方向に変位した構成であれば本発明の趣旨は実現されるものである。

【0101】

【発明の効果】

本発明に係る請求項 1 乃至 1 0 に記載のセラミックヒータは、セラミック基板中に配設された発熱手段の少なくとも一部分が、該発熱手段の他の部分の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位した位置に配設されたものであるから、発熱手段の少なくとも一部分が他の部分より変位した位置に形成されるので各発熱体の膨張又は収縮が互いにずれた平面上で生じる。従って、本発明に係るセラミックヒータは、熱衝撃による影響をセラミック基板全体で分散させ緩和することができるため、耐熱衝撃性の優れたものとなる。また、ウエハ加熱表面の均熱性を低下させることもない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板の要部を示す側断面図である。

【図 2】

本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板の要部を示す側断面図である。

【図 3】

本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板の要部を示す側断面図である。

【図 4】

本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板の要部を示す平面断面図である。

【図 5】

(a) 及び (b) は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板における発熱体の位置ずれを得る工程を示した工程図である。

【図 6】

(a) ～ (c) は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板におけるペースト層の配置のさせ方を積層順に示した平面図である。

【図 7】

(a) ~ (c) は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータのセラミック基板におけるペースト層の配置のさせ方を積層順に示した工程図、(d) は、その積層後の側断面図である。

【図 8】

本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程図である。

【図 9】

本発明の他の一実施の形態に係るセラミックヒータの製造工程図である。

【図 1 0】

本発明の応用例に係る静電チャックの電極を示した図である。

【図 1 1】

本発明の応用例に係るウエハプローバの製造工程図である。

【図 1 2】

熱衝撃試験後の曲強度試験の結果を示したグラフである。

【図 1 3】

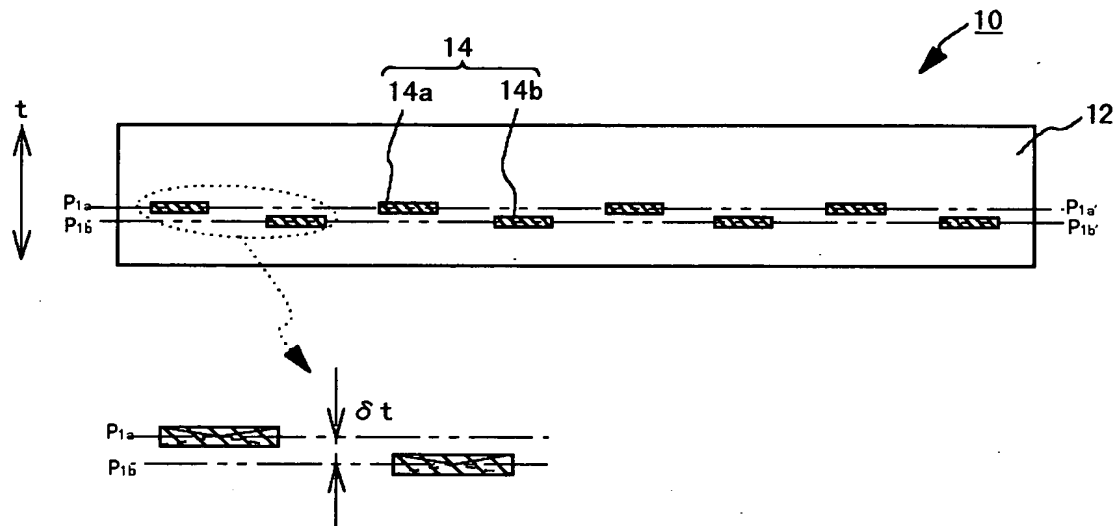
従来のセラミック基板の要部を示す側断面図である。

【符号の説明】

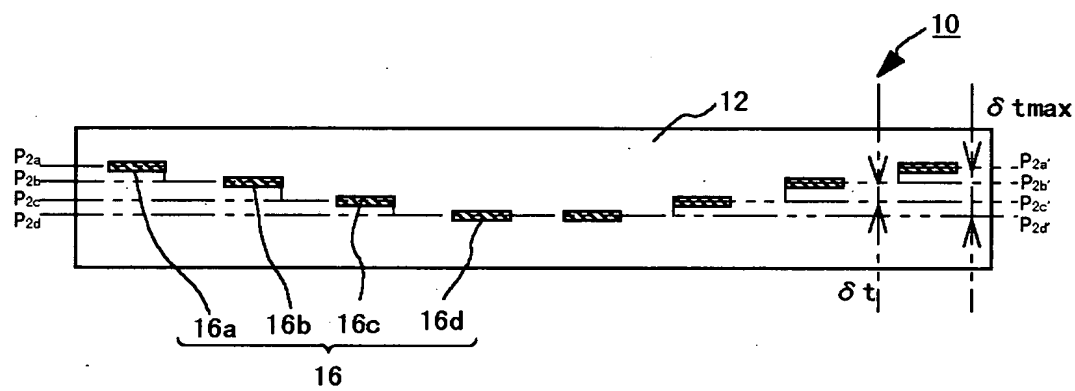
- 1 0 セラミックヒータ
- 1 2 セラミック基板
- 1 4, 1 6, 1 8, 2 0, H 発熱体
- H a, H b 発熱体
- 5 0 コイル
- δt 変位量
- δt_{\max} 最大変位量

【書類名】 図面

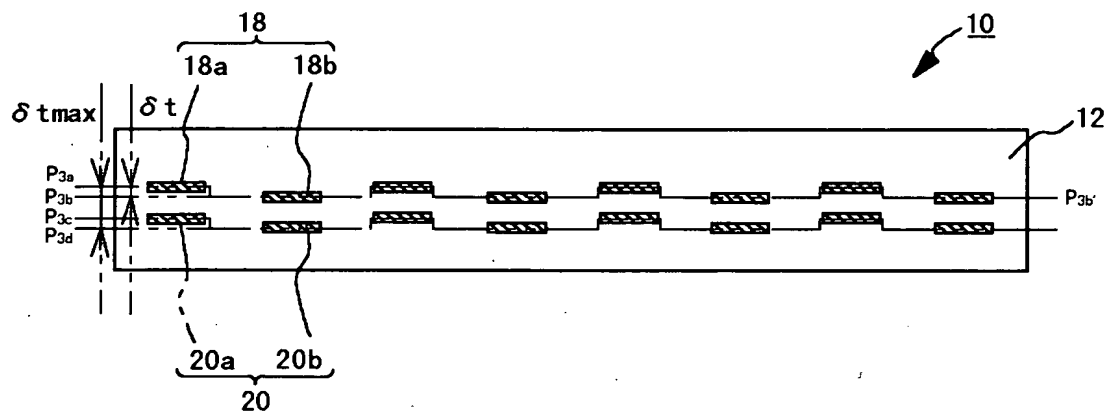
【図 1】



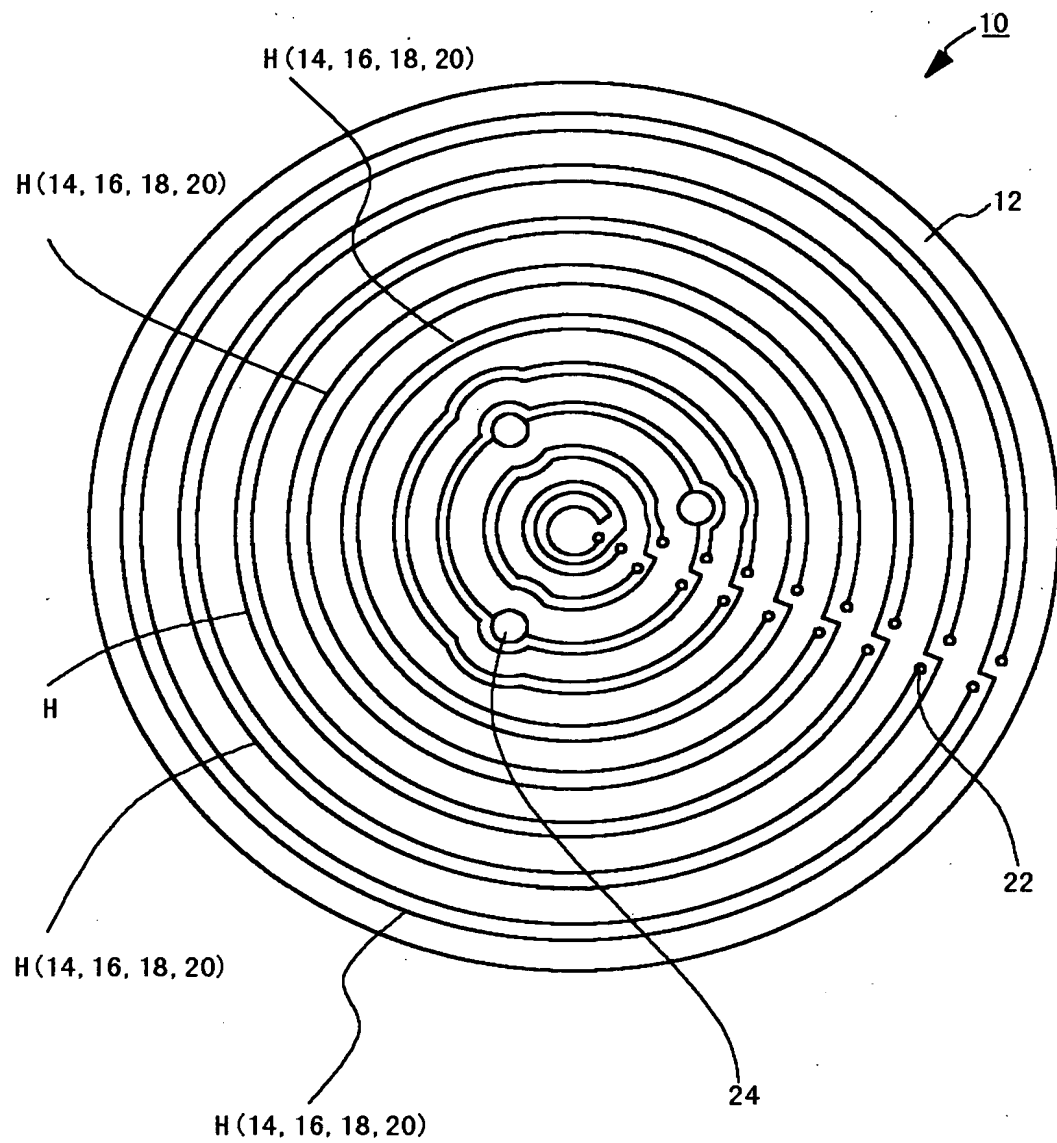
【図 2】



【図 3】

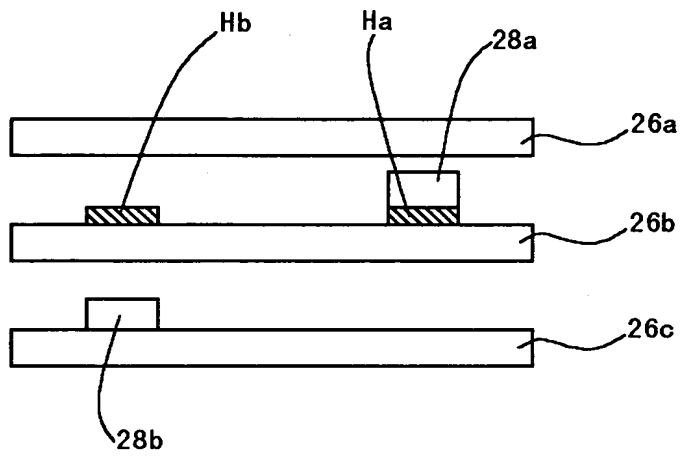


【図 4】

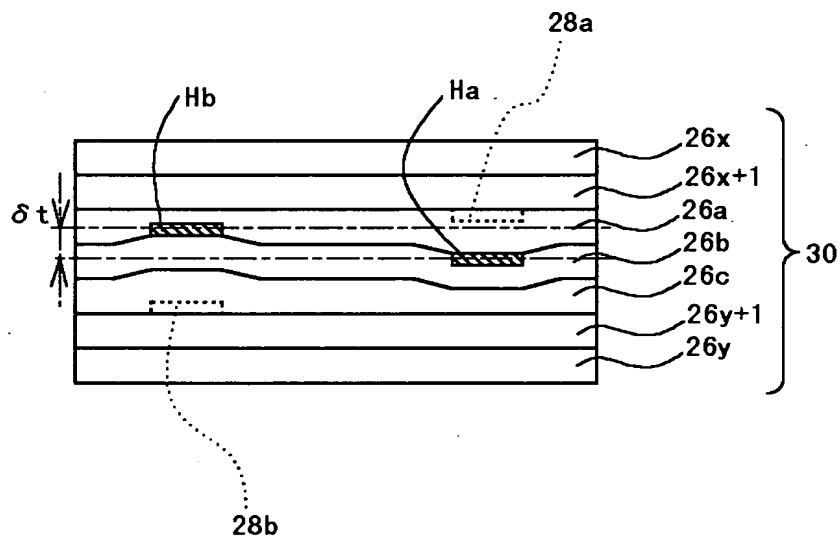


【図 5】

(a)

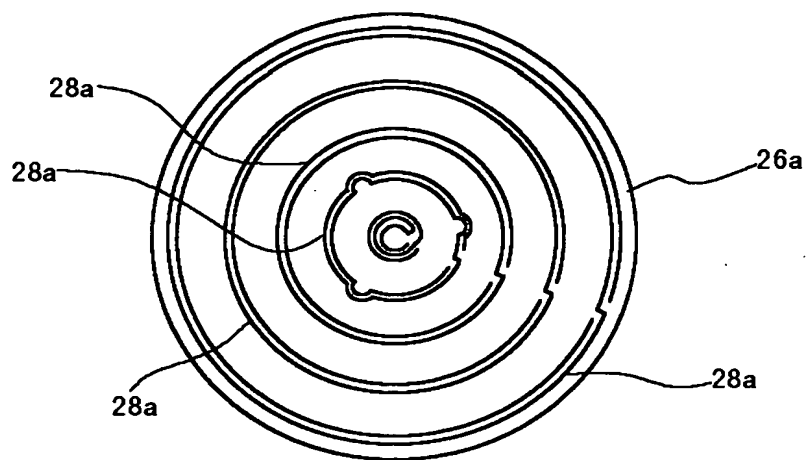


(b)

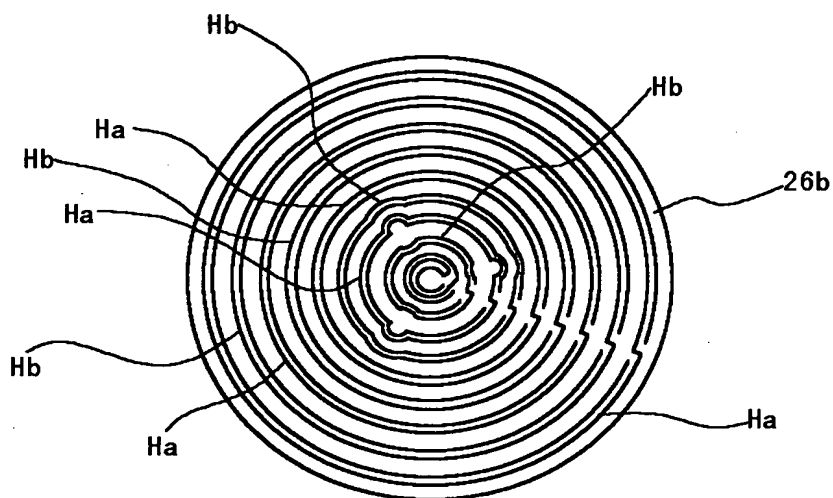


【図 6】

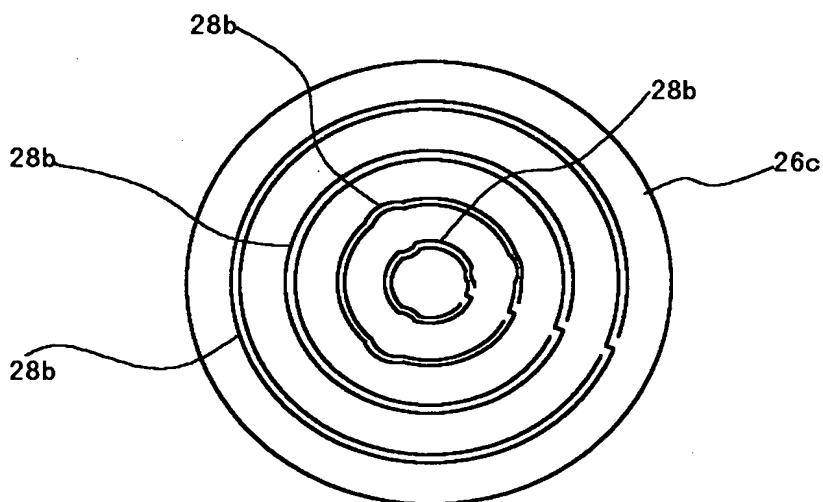
(a)



(b)

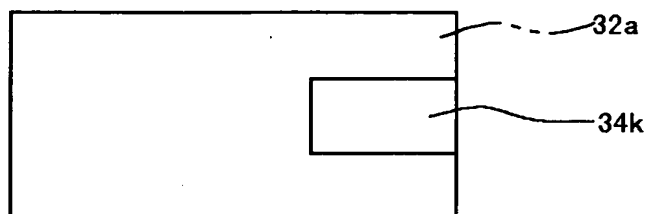


(c)

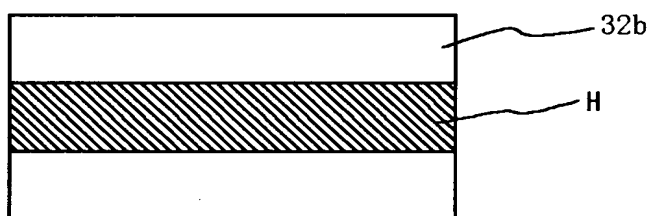


【図 7】

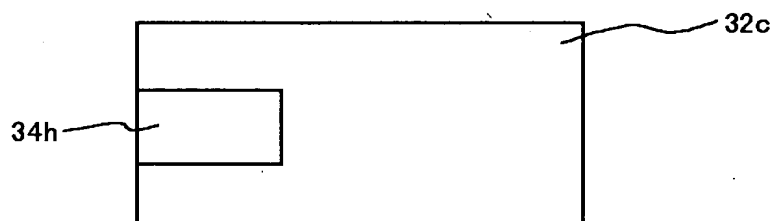
(a)



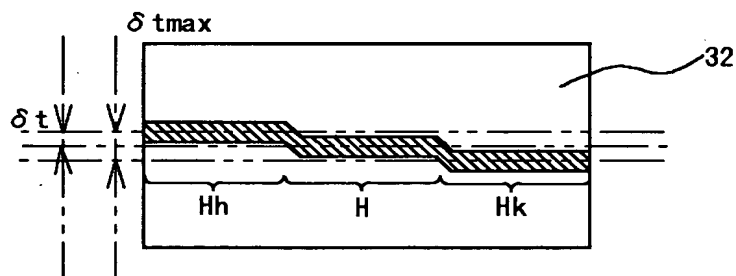
(b)



(c)

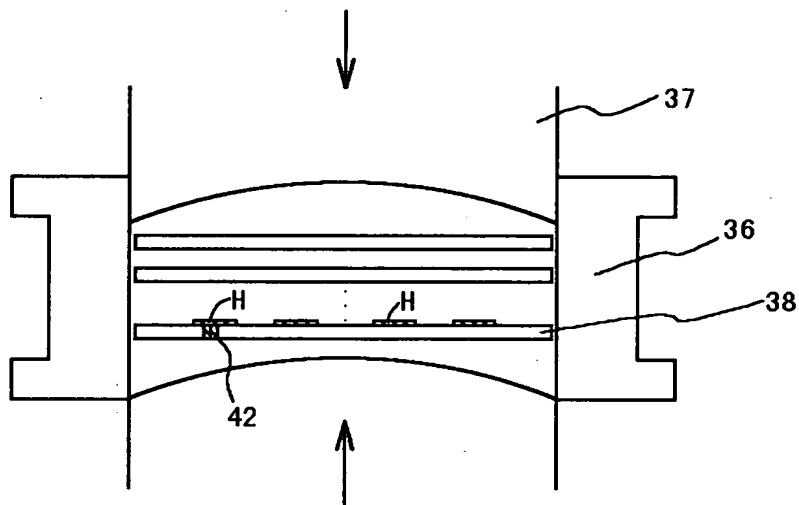


(d)

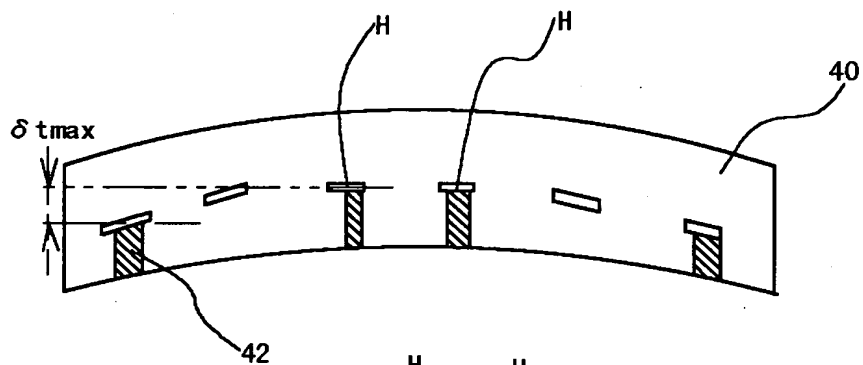


【図 8】

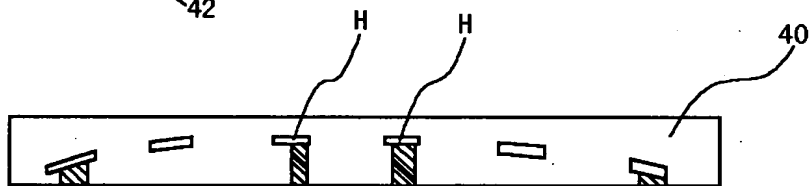
(a)



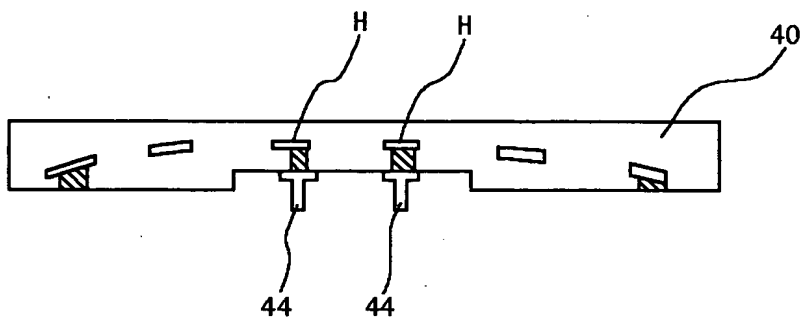
(b)



(c)

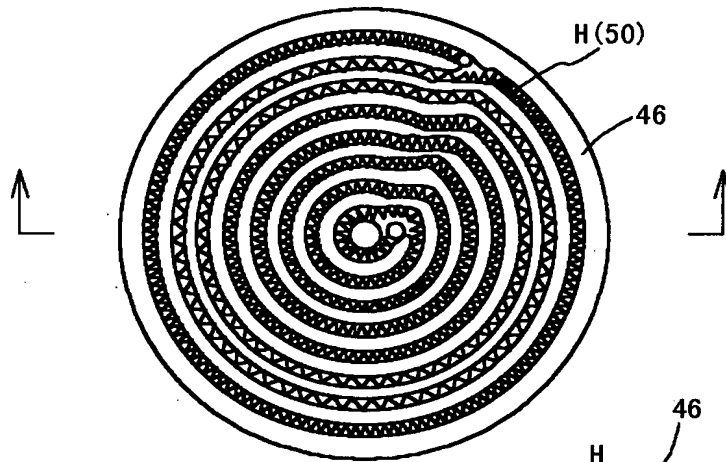


(d)

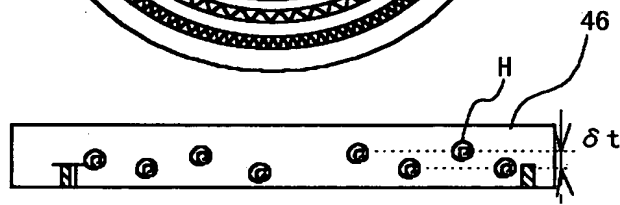


【図 9】

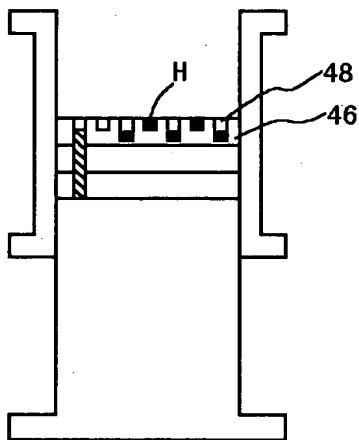
(a)



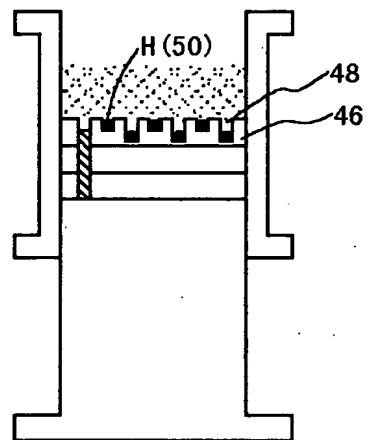
(b)



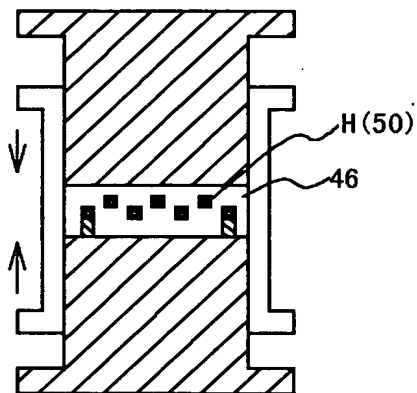
(c)



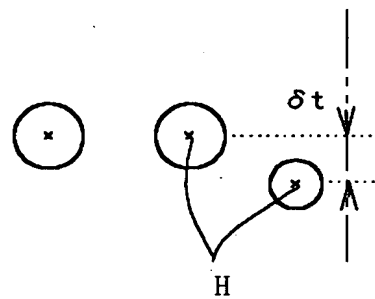
(d)



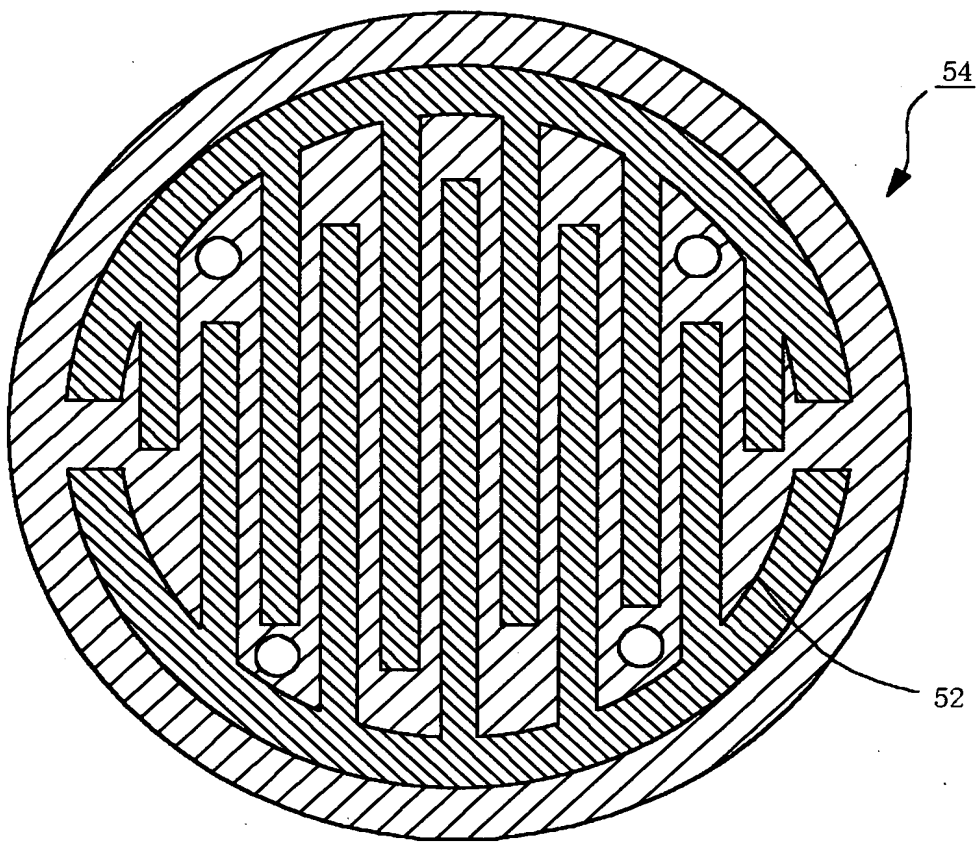
(e)



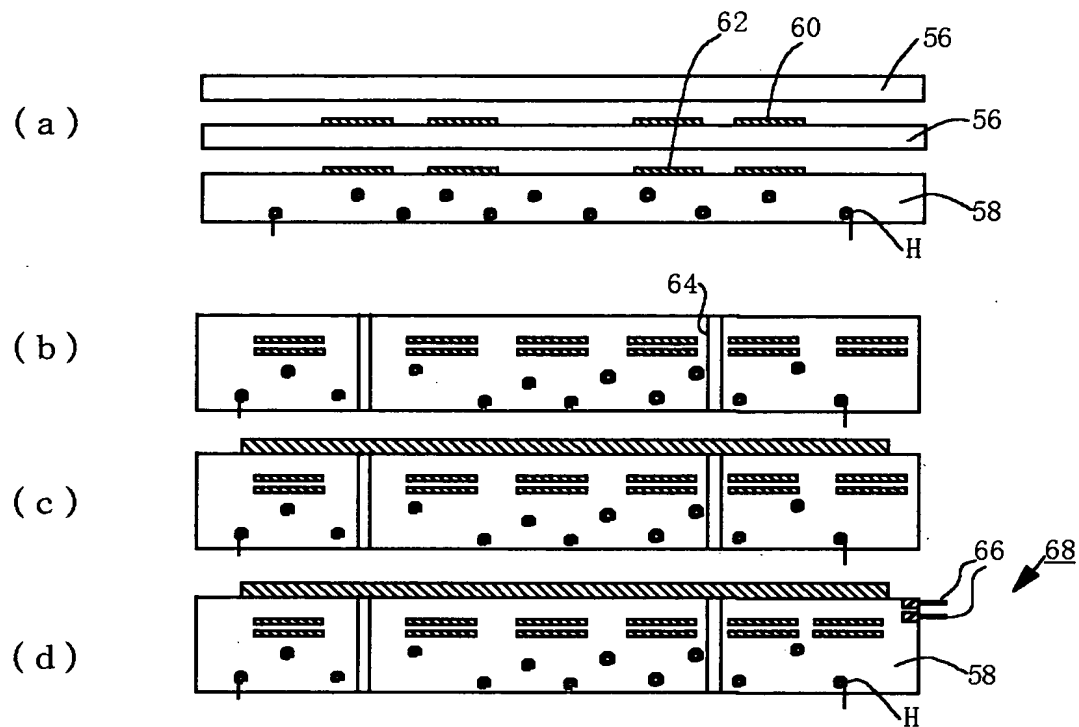
(f)



【図 1 0】

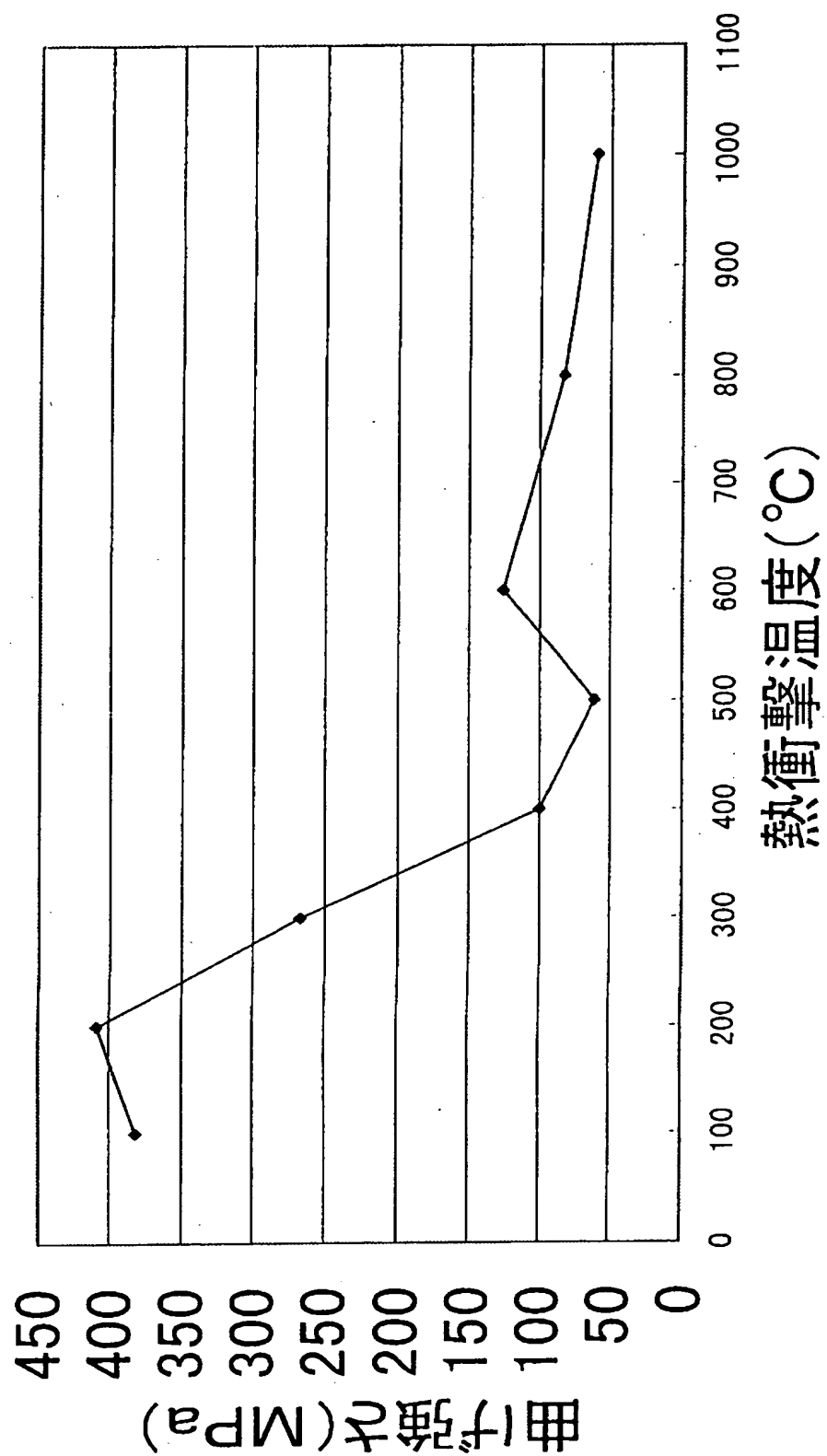


【図 1 1】

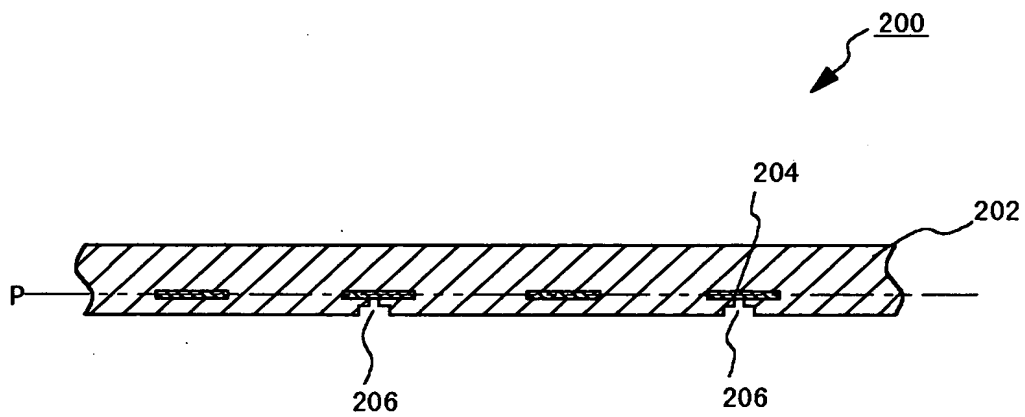


【図 1 2】

熱衝撃試験結果



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐熱衝撃性に優れたセラミックヒータを提供すること。

【解決手段】 セラミック基板 1 2 は、セラミック粉末を含むスラリーから形成されたグリーンシートの表面上に発熱体 1 4 a, 1 4 b が配設されたのち、該発熱体 1 4 a, 1 4 b が配設されたグリーンシートを挟んで上下にそれぞれ他のグリーンシートが重ね合わされて積層圧着され焼成されてなる。セラミック基板 1 2 の厚さ方向に関して、発熱体 1 4 a, 1 4 b の少なくとも一部分は、他の部分の位置する水平面 P_{1a} からずれた水平面 P_{1b} に配設される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
氏 名	イビデン株式会社